



Lieux de travail sains
**MAÎTRISER
L'USAGE
DES SUBSTANCES
DANGEREUSES**



Les nanomatériaux manufacturés sur le lieu de travail

Grands axes de la problématique

- Les nanomatériaux manufacturés sont des matériaux dont au moins 50 % des particules présentent une ou plusieurs dimensions se situant entre 1 et 100 nanomètres (nm). Les nanoparticules les plus petites sont comparables en taille aux atomes et aux molécules.
- Les effets des nanomatériaux sur la santé dépendent de leurs propriétés, par exemple de la nature de leur matériau constitutif, de la taille, de la forme et de la solubilité des particules, et de leurs propriétés de surface. En général, les nanomatériaux ont le même type d'effets sur la santé que des particules plus grosses du même matériau, mais d'autres effets peuvent également se produire. Les principales voies d'exposition aux nanomatériaux sont l'inhalation et le contact cutané.
- L'exposition aux nanomatériaux doit être maîtrisée et maintenue bien en deçà des valeurs limites d'exposition applicables au matériau brut (constitué de particules plus grosses, mais pouvant également contenir des nanoparticules), en application du principe de précaution.
- Dans le cadre des processus industriels, il est préférable que les nanomatériaux puissent être manipulés sous forme, par exemple, de suspension épaisse ou de pâte, ou maintenus enfermés dans des espaces confinés afin de réduire les émissions et l'exposition des travailleurs à ceux-ci. Dans des situations plus complexes, il est recommandé de faire appel à l'assistance d'experts.
- Les nanotechnologies évoluent rapidement, tout comme les connaissances sur les risques qu'elles présentent. Il est donc nécessaire que les travailleurs, les employeurs et les professionnels de la sécurité et de la santé concernés par l'utilisation de nanoparticules sur le lieu de travail se tiennent informés des dernières évolutions en la matière.

Lieux de travail sains — Maîtriser l'usage des substances dangereuses

L'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA) organise une campagne à l'échelle européenne pour promouvoir la prévention des risques posés par les substances dangereuses sur le lieu de travail; celle-ci se déroule en 2018 et se poursuivra en 2019. L'objectif est de réduire la présence de substances dangereuses sur les lieux de travail et l'exposition à celles-ci grâce à des actions de sensibilisation aux risques et aux moyens de les prévenir efficacement.

Le problème

En raison de leurs propriétés, les nanomatériaux peuvent causer un large éventail d'effets potentiellement toxiques. Il a été démontré que certains nanomatériaux manufacturés, mais pas tous, présentent davantage de risques pour la santé que le même matériau sous sa forme brute. Par exemple, il a été prouvé que le dioxyde de titane ultrafin (qui peut contenir des nanoparticules) a des effets plus importants que les particules plus grosses de dioxyde de titane fin. Les nanotubes de carbone multiparois de type MWCNT-7 ont été classés comme potentiellement cancérogènes pour l'homme, contrairement à d'autres particules de carbone. La classification varie selon les différents types de nanotubes de carbone.

Directives et règlements de l'Union européenne sur la sécurité et la santé au travail concernant les nanomatériaux

Les directives et règlements qui concernent les substances chimiques couvrent les nanomatériaux, notamment:

Directive 89/391/CEE (directive-cadre) du 12 juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail

Directive 98/24/CE (directive sur les agents chimiques) du 7 avril 1998 concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail

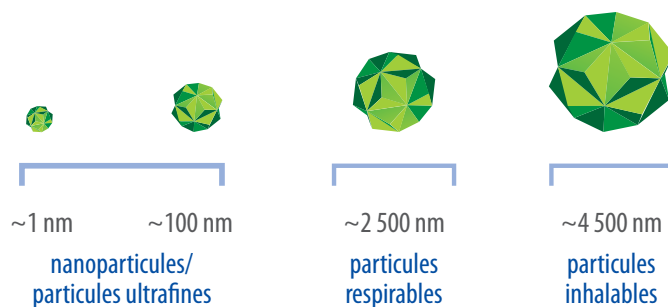
Directive 2004/37/CE (directive sur les agents cancérigènes et mutagènes) du 29 avril 2004 concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail

Règlement (CE) n° 1907/2006 (règlement REACH) du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances

Règlement (CE) n° 1272/2008 (règlement CLP) du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges

Les réglementations nationales peuvent comporter des dispositions plus strictes que celles des directives et règlements et doivent être consultées.

Qu'est-ce qu'un nanomatériau manufacturé?



Les nanomatériaux manufacturés sont des matériaux dont au moins 50 % des particules présentent une ou plusieurs dimensions se situant entre 1 et 100 nm. Les nanoparticules les plus petites sont comparables en taille aux atomes et aux molécules.

Les propriétés des particules qui se situent dans cette répartition par taille peuvent différer de celles des particules plus grosses du même matériau. Ces propriétés résultent non seulement de leur plus petite taille, mais aussi de leur surface relativement plus grande, de leur forme, de leur solubilité, de leur composition chimique, de leur fonctionnalisation de surface et de leur traitement de surface. En raison de ces propriétés, elles suscitent un intérêt scientifique croissant et sont utilisées dans la conception de nouveaux produits et de nouvelles technologies.

Quelques exemples de nanomatériaux:

- le nanodioxyde de titane est utilisé comme absorbant UV, par exemple dans des produits cosmétiques, des peintures et des revêtements de verre à vitre;
- le graphène est une couche monoatomique de carbone fine et extrêmement résistante, qui offre une excellente conductivité et un potentiel considérable dans différents domaines industriels, en particulier dans l'électronique;
- les nanotubes de carbone possèdent des propriétés intéressantes pour l'industrie électronique. Ils servent aussi à renforcer différents types de matériaux, notamment dans le secteur de la construction, et entrent dans la fabrication des écrans d'ordinateurs à diodes électroluminescentes organiques (DELO);
- le nanoargent est utilisé, par exemple, dans des médicaments, des cosmétiques et des aliments et comme antiseptique dans diverses applications, telles que des peintures et revêtements, des vêtements, des chaussures et des produits ménagers;
- les points quantiques sont des semiconducteurs particulièrement intéressants pour différentes applications, dont l'imagerie médicale, les systèmes de diagnostic et les produits électroniques.

Dans le domaine médical, les nanomatériaux ont suscité de l'intérêt en raison, entre autres, de leur potentiel comme vecteur d'administration de médicaments à des organes cibles et pour l'imagerie (exemple: nanoparticules magnétiques d'oxyde ferrique). Des nanomatériaux aux propriétés nouvelles sont créés en appliquant différents types de revêtements à la surface de nanoparticules.

Les mesures requises par la législation sur la sécurité et la santé au travail

Les exigences relatives à la gestion des nanomatériaux sur les lieux de travail sont les mêmes que celles qui s'appliquent aux autres substances chimiques dangereuses; à leur nombre figurent l'information et la formation des travailleurs, la réalisation d'analyses des risques et la mise en œuvre de mesures visant à garantir la sécurité au travail. Cependant, dans le cas des nanoparticules, les conditions requises pour satisfaire à ces exigences diffèrent de celles imposées pour la plupart des autres substances chimiques. La connaissance des risques associés aux nanomatériaux reste limitée et, si des valeurs de référence ont été suggérées, il n'existe pas (encore) de limites d'exposition professionnelle, pour aucun nanomatériau. Le principe de précaution doit donc s'appliquer afin de maintenir l'exposition à un niveau auquel le risque peut être considéré comme sous contrôle, même si le nanomatériau devait s'avérer plus dangereux qu'on ne le sait actuellement.

Cette fiche d'information fournit des conseils pratiques généraux sur l'application du principe de précaution à la gestion des nanomatériaux. Pour de plus amples informations, voir l'article «Nanomaterials» de l'OSHWiki:

<https://oshwiki.eu/wiki/Nanomaterials>

Les risques sanitaires des nanomatériaux

Les risques sanitaires varient en fonction des constituants du nanomatériau. En général, les nanomatériaux ont les mêmes types d'effets sur la santé que des particules plus grosses du même matériau, mais d'autres effets peuvent également se produire. Les nanomatériaux qui pénètrent dans le corps peuvent (comme d'autres substances) être absorbés, diffusés et métabolisés. Des nanomatériaux ont ainsi été trouvés, notamment, dans les

poumons, le foie, les reins, le cœur, les organes reproducteurs, le cerveau, la rate, les os et les tissus mous, ainsi que dans des fœtus.

Les mécanismes qui sous-tendent les risques pour la santé ne sont encore que partiellement compris, mais certains ont été identifiés.

- Certains nanomatériaux peuvent provoquer divers types de lésions pulmonaires, telles que des réactions inflammatoires aiguës ou chroniques, dont le risque semble augmenter plus la taille des particules diminue, ainsi que des lésions tissulaires, un stress oxydatif, une toxicité chronique, une cytotoxicité, des fibroses et la formation de tumeurs. Certains nanomatériaux peuvent également affecter le système cardio-vasculaire.
- En raison de leur petite taille, les nanomatériaux sont capables de pénétrer dans le corps par des voies inaccessibles à des particules plus grosses. Il a par exemple été démontré que les métaux et oxydes métalliques pénètrent dans le bulbe olfactif par le nerf olfactif, et que les nanotubes de carbone passent à travers le placenta et dans le fœtus.
- Les nanofibres insolubles, minces, longues et fibreuses comme les nanotubes de carbone peuvent provoquer des lésions pulmonaires telles que des inflammations, la formation de granulomes et des fibroses. Ces effets n'ont pas été observés chez les souris exposées au noir de carbone (le même matériau mais sous forme de nanoparticules au lieu de nanofibres), ce qui a permis de déduire qu'au moins certains types de nanotubes de carbone peuvent entraîner des effets sur la santé semblables à ceux causés par l'amiante. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les nanotubes de carbone MWCNT-7 comme potentiellement cancérogènes pour l'homme (groupe 2B). Toutefois, il a aussi été démontré que les nanotubes de carbone n'ont pas tous les mêmes effets sur la santé. En raison de leurs propriétés de surface, certains nanotubes de carbone ne provoquent pas de granulomes ni de fibroses, et il est avéré que, dans certaines conditions, les nanotubes de carbone peuvent être métabolisés et excrétés.

Les risques pour la sécurité peuvent par ailleurs résulter de l'explosibilité, de l'inflammabilité et du potentiel catalytique élevés de certains nanomatériaux en poudre. En particulier, les

//
*Les nanomatériaux
manufacturés présentent
davantage de risques pour la
santé que le même matériau
sous sa forme brute*



nanopoudres métalliques, comme les poussières micrométriques, ont tendance à exploser plus violemment, et leur inflammabilité tend à augmenter proportionnellement à la finesse des particules. De même, la température d'auto-inflammation diminue lorsque les particules sont plus fines.

Les nanomatériaux ont tendance à s'agglomérer (formant des agrégats faiblement liés), ce qui augmente leur taille, mais a peu d'incidence sur leur surface totale. On suppose que la surface a une incidence sur les effets sanitaires, au moins pour certains types de nanoparticules. Il n'apparaît pas clairement si et de quelle manière l'agglomération a une incidence sur les dangers pour la santé causés par les nanomatériaux.

Bien que certains mécanismes aient été mis au jour, il reste encore un long chemin à parcourir pour comprendre à quel moment et pourquoi les nanomatériaux ont un impact sur la santé. En attendant, il nous faut tenir compte du fait qu'à tout le moins certains d'entre eux sont plus toxiques que les particules plus grosses d'un même matériau et prendre des mesures de précaution.

Plusieurs études ont été menées sur la façon dont les nanomatériaux peuvent avoir des effets sur la santé, mais principalement à partir de cultures cellulaires ou sur des animaux de laboratoire. Il existe peu d'éléments de preuve relatifs à l'impact sur la santé humaine de l'exposition à des nanomatériaux manufacturés. En revanche, il est largement attesté que l'exposition à des polluants atmosphériques contenant des nanoparticules naturellement formées — les vapeurs de soudage, de diesel et autres fumées, par exemple — est susceptible de présenter différents dangers. Cependant, on ne dispose pas de connaissances suffisantes pour déterminer si les effets sur la santé sont provoqués par les nanoparticules ou par d'autres polluants atmosphériques également présents.

Exposition et voies d'exposition

Les risques sanitaires peuvent se traduire par des plaintes ou des maladies survenant uniquement après une exposition aux nanomatériaux. Les principales voies d'exposition aux nanomatériaux sont l'inhalation et le contact cutané, mais ils peuvent également être ingérés.

Une exposition aux nanomatériaux manufacturés peut avoir lieu à n'importe quel stade du cycle de vie du nanomatériau, y compris lors de la fabrication de nanomatériaux ou de produits intégrant des nanotechnologies, au cours de l'utilisation (vie utile) de ces produits ou au moment de leur recyclage, de leur transformation et de leur élimination.

Inhalation

Si un nanomatériau sec est manipulé manuellement à l'air libre — versé à partir d'un sac, chargé dans un récipient ou déchargé, ou renversé accidentellement, par exemple —, le risque d'exposition est très élevé. Même lorsqu'ils sont manipulés dans des systèmes fermés, une fuite ou un accident peut entraîner une exposition, qui peut également survenir à la suite de la manipulation de déchets contenant des nanomatériaux.

De nombreux nanomatériaux sont utilisés sous forme de suspensions épaisses, de pâtes ou de granulés, ou en tant que partie intégrante d'un matériau solide. L'exposition par inhalation est limitée mais reste possible, par exemple si le mode d'application de la suspension épaisse (pulvérisation, arrosage, etc.) risque d'entraîner la formation d'un aérosol, ou si les granulés sont moulus en particules plus petites et émettent des nanoparticules. L'exposition est également possible lorsque la suspension épaisse ou la pâte se dessèche, produisant une pellicule de nanomatériaux secs qui peuvent s'envoler et se disperser dans l'air environnant. Même si le nanomatériau est

***L'exposition aux
nanomatériaux
doit être
maîtrisée***

utilisé sous forme de suspension épaisse, le risque d'exposition existe, notamment, lors du nettoyage et de la maintenance.

Contact cutané

L'exposition cutanée aux nanomatériaux est un risque, et il s'agit d'une voie d'exposition courante pour certains d'entre eux, étant donné qu'ils servent d'ingrédients dans des produits cosmétiques. On estime actuellement que les nanomatériaux sont moins susceptibles d'être absorbés par voie cutanée que par inhalation. Cependant, une peau lésée, en raison d'une blessure ou d'un eczéma par exemple, peut laisser passer de très faibles quantités de nanomatériaux. Bien que le risque soit considéré comme négligeable ou très faible à l'heure actuelle, l'exposition cutanée devrait être évitée par mesure de précaution, ce qui permettra également de prévenir les risques d'ingestion accidentelle et d'exposition à des substances pouvant être absorbées par voie cutanée sans que l'on ne le sache pour l'instant.

Ingestion

Sur les lieux de travail, le risque d'ingestion est moins élevé, même si un manque d'hygiène peut entraîner une exposition, si les travailleurs ne se lavent pas les mains, par exemple, ou s'ils ne se changent pas après avoir travaillé avec des nanomatériaux et manipulent ensuite de la nourriture ou des boissons avec des mains contaminées, ou s'ils dispersent de la poussière de nanoparticules dans un environnement où l'on consomme de la nourriture ou des boissons. L'exposition peut aussi être accidentelle, par un transfert des mains à la bouche, par exemple.

En dehors du travail, les nanomatériaux peuvent être ingérés avec des aliments, car ils peuvent être intentionnellement utilisés pour fabriquer des emballages. Comme pour les nanomatériaux en général, l'incidence sur la santé dépend des constituants des nanomatériaux. Une étude récente a montré que l'ingestion de nanoparticules d'argent n'avait entraîné aucun effet clinique observable chez 60 individus soumis à l'expérience.

Évaluation des risques

En principe, toute activité supposant la manipulation de nanomatériaux secs en dehors d'une installation fermée peut être considérée comme entraînant un risque d'exposition pour les travailleurs. Cependant, même si l'on utilise une installation fermée, une exposition reste possible, en cas de fuite ou lors du nettoyage et de la maintenance, par exemple. Ces expositions doivent être prises en considération dans les analyses des risques et faire l'objet de mesures préventives. Les nanomatériaux étant constitués de particules extrêmement petites, la poussière de nanoparticules n'est pas visible de la même manière que les autres types de poussière, un aspect dont il faut également tenir compte dans les analyses des risques.

Les risques varient en fonction du type de nanomatériau. On estime que les risques les plus importants sont liés à l'exposition aux nanofibres insolubles ou faiblement solubles dont la longueur dépasse 5 µm et qui présentent un rapport longueur/largeur (rapport d'aspect) supérieur à 3:1. Les risques associés à d'autres nanofibres et nanoplaquettes faiblement solubles ou insolubles (dont les nanofeuillets tels que le graphène) sont également élevés. On estime que l'exposition à des nanomatériaux solubles dans l'eau présente moins de risques.

Les risques sont souvent évalués sur la base de mesures d'exposition. Il est possible d'effectuer de telles mesures, même si elles ne sont pas obtenues directement ou aisément et si des instruments à lecture directe sophistiqués sont nécessaires. Les mesures de nanoparticules en suspension dans l'air sont principalement effectuées dans le cadre de la recherche. Une stratégie de mesure a été élaborée, combinant des mesures prises au moyen de différents types d'instruments à lecture directe pour différentes fractions de particules à des mesures prises à l'aide de techniques de filtres et à une analyse au microscope électronique à balayage (MEB). Cependant, lors de l'analyse des filtres, de nombreuses particules risquent de rester piégées dans les pores du filtre et d'être invisibles au MEB. De plus, les instruments à lecture directe ont des limites; par exemple, ils analysent des particules de différentes tailles, mais pas les matériaux qui constituent les particules. En outre, il n'existe pas de consensus quant à la variable la plus pertinente concernant les effets des nanomatériaux sur la santé. Il n'existe pas non plus de norme sur les paramètres à mesurer — tels que la concentration massique, la concentration numérique ou la surface des nanomatériaux en suspension dans l'air — pour évaluer les effets sur la santé. Le paramètre le plus pertinent peut dépendre du type de nanomatériau et de son effet sur la santé.

Les instruments à lecture directe mesurent la présence de particules, quel que soit le matériau qui les constitue. Ces instruments sont sensibles aux interférences avec des nanoparticules autres que les nanoparticules manufacturées recherchées. Leurs mesures peuvent notamment être faussées par la présence de nanoparticules dans les vapeurs d'échappement de divers types de combustions, telles que la fumée de cigarette et les vapeurs de soudage, de brasage et de thermoscellage. Des nanoparticules peuvent être émises par des bougies allumées, des agrumes que l'on pèle et la condensation de vapeur d'eau.

Pour résumer, l'analyse des risques des nanomatériaux sur les lieux de travail présente des difficultés liées:

1. au manque d'informations concernant les propriétés dangereuses des nanomatériaux;
2. aux limites des méthodes et des appareils qui peuvent être utilisés pour mesurer les niveaux d'exposition, identifier les nanomatériaux et déterminer les sources d'émission.



On peut également manquer d'informations quant à la présence de nanomatériaux, en particulier dans les mélanges ou les articles, et en aval de la chaîne d'utilisateurs où les nanomatériaux ou les produits contenant des nanomatériaux sont utilisés ou transformés.

L'analyse des risques des nanomatériaux manufacturés doit inclure:

1. un inventaire des nanomatériaux stockés et utilisés sur le lieu de travail;
2. des informations sur les risques sanitaires des nanomatériaux, généralement fournies dans des fiches de données de sécurité;
3. une évaluation de l'exposition par inhalation, par contact cutané et par ingestion;
4. des décisions relatives aux mesures nécessaires pour réduire l'exposition et un plan d'action précisant ce qui doit être fait, par qui et quand;
5. une prise en considération des risques pour les travailleurs vulnérables, tels que les jeunes travailleurs et les femmes enceintes ou qui allaitent, et les mesures de protection correspondantes si une action particulière est requise;
6. une révision régulière de l'analyse des risques;
7. une évaluation des mesures prises et, si nécessaire, des améliorations à apporter au plan d'action.

Les analyses des risques doivent se baser sur le principe de précaution, en tenant compte des considérations suivantes:

- le nanomatériau fait-il partie d'une catégorie considérée comme à haut risque?
- un niveau d'exposition élevé au nanomatériau est-il susceptible de se produire sur le lieu de travail ou accidentellement?

Des nanomatériaux à haut risque et des niveaux d'exposition élevés entraînent un risque très élevé et exigent des actions immédiates pour réduire l'exposition. Des nanomatériaux présentant peu de risque et de faibles niveaux d'exposition demandent des mesures moins immédiates, voire n'en nécessitent aucune.

Différents types d'outils et de soutien pour analyser les risques liés aux nanomatériaux existent.

Ils sont présentés dans le [guide de la Commission européenne](#) sur la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques potentiels liés aux nanomatériaux au travail.

De plus amples informations sont disponibles sur les sites internet de l'[Agence européenne des produits chimiques](#), de l'[Organisation mondiale de la santé](#) et de l'[Organisation de coopération et de développement économiques](#).

Prendre des mesures et maîtriser les risques

Les employeurs ont l'obligation de fournir à leurs travailleurs un environnement de travail sûr et sain, ce qui inclut leur protection contre les risques posés par les nanomatériaux.

La législation européenne sur la sécurité et la santé au travail prévoit une «hiérarchie» des mesures de prévention ou de réduction de l'exposition des travailleurs aux substances dangereuses (article 6 de la directive sur les agents chimiques). Cet «ordre de priorité» — selon les termes de la directive — est également connu sous le nom de «principe STOP»:

S = substitution (élimination totale d'une substance dangereuse incluse)

T = mesures technologiques

O = mesures organisationnelles

P = mesures de protection individuelle

S = substitution



Les nanomatériaux étant souvent utilisés en raison de leurs propriétés techniques uniques, leur substitution peut s'avérer difficile. Cependant, même s'il est impossible d'éliminer un nanomatériau, il peut être envisageable de le manipuler sous une forme qui limite l'exposition, par exemple sous forme liquide, en suspension épaisse ou en pâte, ou lié à un matériau solide. L'exposition s'en trouve considérablement diminuée, en particulier celle par inhalation. Il faut cependant éviter de pulvériser des nanomatériaux dans des milieux liquides, car ils peuvent alors être inhalés au départ de l'aérosol.

//

*Les principales
voies d'exposition
aux nanomatériaux
sont l'inhalation
et le contact cutané*

T = mesures technologiques



Les nanomatériaux en suspension dans l'air sont en principe comparables aux aérosols et peuvent être contrôlés en appliquant des mesures semblables à celles utilisées pour les aérosols. Cependant, en raison de la masse infime des nanoparticules, leur énergie cinétique est très faible et leur comportement peut être considéré comme plus proche de celui d'un gaz que d'une poussière. Le choix de la technologie dépend de l'ampleur de l'exposition, qui dépend elle-même de la capacité du nanomatériau à générer des poussières et de son niveau d'émission. Il peut s'avérer nécessaire de combiner différentes méthodes pour gérer l'exposition et le risque. L'encapsulation et la ventilation du processus sont des manières efficaces de réduire l'exposition. Cependant, les risques de fuite doivent être gérés, et les risques liés à la maintenance, aux réparations et au nettoyage doivent également être pris en considération et gérés.

Les systèmes fermés sont souvent choisis pour les processus utilisant des nanomatériaux, car ces processus doivent être protégés de la contamination. Un système fermé présente des avantages et constitue une mesure technologique efficace, car il prévient également l'émission de nanomatériaux dans le milieu environnant et vers les travailleurs. Les systèmes fermés sont particulièrement recommandés pour des activités telles que la mesure de nanomatériaux manufacturés, le versement (y compris le mélange) ou la collecte de nanomatériaux dans des équipements de fabrication ou de transformation, le nettoyage des récipients et la transformation des déchets, à moins qu'il n'existe aucun potentiel d'exposition.

Si la substitution ou la mise en place de systèmes fermés n'est pas possible, des contrôles techniques (tels que le confinement, la ventilation par aspiration localisée, la ventilation générale) visant à réduire l'exposition doivent être envisagés. Les mesures de contrôle technique dépendront des exigences de chaque lieu de travail et doivent tenir compte de la source d'émission, du risque et de la nécessité de réduire les émissions et l'exposition, ainsi que de la quantité et de la forme du nanomatériau, de la durée des tâches et de leur fréquence.

La ventilation locale et la ventilation générale contribuent à prévenir la dispersion des nanomatériaux en suspension dans l'air dans la zone de travail et les locaux adjacents. Un système de filtration adéquat doit être utilisé pour éliminer les nanoparticules de l'air évacué. Il peut s'agir d'un système à plusieurs niveaux utilisant des filtres à particules à haute efficacité (HEPA) ou des filtres à air à très faible pénétration (ULPA).

L'optimisation de la conception des processus et des pratiques opérationnelles afin de réduire autant que possible la production de déchets et de sous-produits dangereux diminuera également l'exposition sur le lieu de travail.

Il est possible de réduire les risques d'explosion posés par les nanoparticules en mettant en œuvre quatre «barrières de sécurité spécifiques»:

- barrière «prévention»: réduire la probabilité d'accidents en renforçant les procédures de maintenance pour prévenir les émissions causées par des fuites, la formation accidentelle d'une atmosphère explosive, l'accumulation d'électricité statique et les sources d'inflammation accidentelle;
- barrière «atténuation»: réduire les facteurs de risque liés aux processus en abaissant la température et les pressions du processus;
- barrière «atténuation»: réduire les paramètres de l'intensité d'explosion des nanopoudres par la substitution ou la dilution;
- barrière «protection»: augmenter le degré de protection des travailleurs exposés aux risques.



O = mesures organisationnelles



Les mesures organisationnelles incluent, par exemple, l'information des travailleurs sur les risques, les mesures préventives à appliquer et les règles à respecter. L'information des travailleurs devrait également inclure l'information sur les dangers des nanomatériaux et sur l'importance du principe de précaution, compte tenu de l'état encore limité des connaissances sur les dangers des nanomatériaux pour la santé et la sécurité. L'élaboration de procédures et de consignes de travail sûres applicables aux processus utilisant des nanomatériaux et leur mise à disposition dans l'espace de travail constituera une base de pratiques de travail adéquates et un point de référence en vue de leur amélioration continue.

Les mesures organisationnelles peuvent aussi inclure la réduction du nombre de travailleurs exposés aux nanomatériaux sur le lieu de travail ainsi que des heures de travail lors desquelles une exposition aux nanomatériaux est possible. L'accès aux zones où l'exposition est possible doit être restreint; des panneaux de signalisation sur la sécurité et les dangers devraient être utilisés de manière appropriée.



P = mesures de protection individuelle



En dernier ressort, si les mesures décrites ci-dessus ne peuvent pas être appliquées ou sont insuffisantes, il est nécessaire d'utiliser des équipements de protection individuelle. Dans beaucoup de secteurs, des vêtements de travail ainsi que des gants et des lunettes de protection sont utilisés chaque fois que cela est nécessaire.

Des informations sur les équipements de protection individuelle recommandés devraient être fournies dans les fiches de données de sécurité relatives aux produits chimiques contenant des nanomatériaux. Un équipement de protection individuelle, sous réserve de choisir l'équipement adéquat, peut fournir une protection efficace contre les nanomatériaux.



Informations complémentaires

L'ensemble des références et des informations plus détaillées peuvent être consultées dans l'article sur les nanomatériaux de l'OSHWiki:

<https://oshwiki.eu/wiki/Nanomaterials>

#EUhealthyworkplaces

